

DEUTSCHER

SPORT ARZTE

KONGRESS '82 KÖLN

DSAB



Sport: Leistung und Gesundheit.

**H. HECK
W. HOLLMANN
H. LIESEN
R. ROST**



Herausgeber:

Dr. med. H. Heck

Prof. Dr. med. W. Hollmann

Prof. Dr. med. H. Liesen

alle Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin der Deutschen Sporthochschule Köln
Carl-Diem-Weg. 5000 Köln 41

Prof. Dr. med. R. Rost

Sportmedizinisches Institut der Universität Dortmund
Abteilung 16, Emil-Figge-Str. 50, 4600 Dortmund 50

RC 1210
568

ISBN 3-7691-0083-2

In diesem Buch sind Medikamenten-Namen, die auch eingetragene Warenzeichen sind, als solche nicht besonders kenntlich gemacht. Daher kann aus der Bezeichnung der Medikamenten-Namen nicht auf einen freien Warennamen geschlossen werden.

Jeglicher Nachdruck, jegliche Wiedergabe, Vervielfältigung und Verbreitung (gleich welcher Art), auch von Teilen des Werkes oder von Abbildungen, jegliche Abschrift, Übersetzung, auch auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren, in Vortrag, Funk, Fernsehsendung, Telefonübertragung sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Verlages.

Copyright © by Deutscher Ärzte-Verlag GmbH, Köln-Lövenich 1983

Gesamtherstellung: Deutscher Ärzte-Verlag GmbH, Köln-Lövenich

Ausdauerleistungsfähigkeit von Basketball-Spielern unterschiedlicher Spielklassen

Endurance performance of basketball players in different classes

Dammann, U., E. Cárdenas, K. E. Zipf, J. Heid

Institut für Sportmedizin der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Anschrift für die Verfasser:

Dr. med. U. Dammann, Westf. Wilhelms-Universität, Inst. f. Sportmedizin, Horstmarer Landweg 39, 4400 Münster

Zusammenfassung

28 Basketball-Spieler der drei ersten Spielklassen wurden in einem Laufbandstufentest (Vita-maxima-Versuch) belastet. Durchschnittliche Leistung im Bereich der aerob-anaeroben Schwelle (4 mmol/l Laktat): 14,16 \pm 0,713 km/h (1. Bundesliga), 13,40 \pm 2,283 km/h (2. Bundesliga), 13,29 \pm 1,776 (Regionalliga); Herzfrequenz im Bereich der aerob-anaeroben Schwelle: 170 \pm 7,010 (1. Bundesliga), 170 \pm 5,854 (2. Bundesliga), 172 \pm 7,923 (Regionalliga). Die Basketball-Spieler zeigen eine geringe Ausdauerleistungsfähigkeit; nur wenige sind mittelausdauertrainiert. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Spielpositionen besteht nicht. Herzfrequenzen und Laufgeschwindigkeiten der Gruppen unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Für die ungleiche Spielstärke müssen andere motorische Fähigkeiten verantwortlich sein.

Summary

28 basketball players of the first three divisions were investigated by a treadmill test under vita maxima conditions. The average performance at the aerobic-anaerobic threshold (4 mmol/l lactate) was 14,16 \pm 0,713 km/h (first national league) 13,40 \pm 2,283 km/h (second national league) 13,29 \pm 1,776 (local league), heart rate at aerobic-anaerobic threshold was 170 \pm 7,010 (first national league), 170 \pm 5,854 (second national league), 172 \pm 7,923 (local league). The basketball players dispose of a low endurance performance capacity, only few are moderately endurance trained. A significant difference in relation to the positions within the team was not found. Heart rates and running speeds of the different groups were not significantly distinguished. Differences in the sports-specific performance have to be explained by other motoric qualities.

Untersuchungsgut und Methodik

Während der Basketball-Saison 81/82 wurde die aerob-anaerobe Schwelle (AAS) von 28 Basketball-Spielern ermittelt. Bei allen Sportlern wurde ein standardisierter Belastungstest auf dem Laufband (Fa. Woodway) mit stufenweise ansteigender Geschwindigkeit bei 1 % Steigung

durchgeführt. Jede Stufe dauerte 3 Minuten, die Belastung begann mit 8 km/h, alle 3 Minuten wurde die Geschwindigkeit um jeweils 2 km/h bis zum Erreichen der Vita-maxima-Kriterien erhöht. Nach jeder Stufe wurde das Laufband für 1 Minute zur Blutentnahme und Blut-

Anthropometrische Daten (Alter, Größe und Gewicht)			
Spielklasse	Jahre	cm	kg
(\bar{x} , s)	(\bar{x} , s)	(\bar{x} , s)	(\bar{x} , s)
1. Bundesliga (n = 8)	23,1 ± 2,9	195,2 ± 9,5	88,9 ± 11,3
2. Bundesliga (n = 11)	23,3 ± 2,6	189,0 ± 7,7	80,4 ± 3,4
Regionalliga (n = 9)	25,1 ± 2,5	192,1 ± 5,1	81,9 ± 7,7
Gesamt (n = 28)	24,3 ± 2,7	192,1 ± 7,7	83,0 ± 9,4

Tab. 1:
Anthropometrische Daten der untersuchten Sportler

Spielklasse	regelm. Training Jahre (\bar{x} , s)	wöch. Training Std., (\bar{x} , s)
1. Bundesliga (n = 8)	10,0 ± 4,4	10,2 ± 3,3
2. Bundesliga (n = 11)	9,8 ± 3,4	8,0 ± 1,8
Regionalliga (n = 9)	10,1 ± 2,9	5,9 ± 0,7
Gesamt (n = 28)	10,0 ± 3,5	8,1 ± 2,6

Tab. 2:
Trainingsanamnese der untersuchten Sportler

Laufbandgeschwindigkeit in km/h bei 1% Steigung		
Spielklasse	AAS (\bar{x} , s)	max. (\bar{x} , s)
1. Bundesliga (n = 8)	14,16 ± 0,71	18,00 ± 0,00
2. Bundesliga (n = 11)	13,40 ± 2,28	18,00 ± 1,27
Regionalliga (n = 9)	13,25 ± 1,78	18,00 ± 1,00
Gesamt (n = 28)	13,56 ± 1,77	18,00 ± 0,94

Tab. 3:
Laufbandgeschwindigkeit im AAS- und Maximalbereich in verschiedenen Spielklassen, Mittelwerte und Standardabweichungen

druckmessung angehalten. Man bestimmte anschließend enzymatisch den Laktat Spiegel im Blut des arterialisierten Ohr läppchens [7]. Die Herzfrequenz wurde in den letzten Sekunden jeder Belastungsstufe aus dem EKG („Multi-skriptor EK 33“, Fa. Hellige) ermittelt.

Die anthropometrischen Daten und die Trainingsanamnese der untersuchten Sportler sind in Tab. 1 und 2 aufgeführt.

Ergebnisse

Die Leistung an der AAS repräsentiert die aerobe Ausdauer [13, 14, 15]. Mit 4 mmol/l Laktat als Kriterium der AAS [8, 13, 15] ergeben sich für die Gruppen die in Tab. 3 dargestellten durchschnittlichen Leistungen. Ein signifikanter Unterschied zwischen den untersuchten Gruppen besteht nicht.

Unterteilt man unabhängig von der Spielklasse die untersuchten Sportler nach ihrer Spielposition (Center, Flügelspieler und Aufbauspieler), so erhält man die in Tab. 4 gezeigten Ergebnisse. Die ermittelten Werte unterscheiden sich nicht signifikant voneinander.

Abb. 1 zeigt das Verhalten der Mittelwerte von Herzfrequenz und Laktat Spiegel während der Ergometrie. Im Bereich der AAS ergibt sich für alle untersuchten Sportler (n = 28) eine mittlere Herzfrequenz von 171 ± 6,8/min bei einer mittleren Leistung von 13,56 ± 1,77 km/h.

Die durchschnittliche Maximalherzfrequenz beträgt 187 ± 8,7/min bei einer mittleren Leistung von 18,00 ± 0,94 km/h.

Die mittlere maximale Laktatkonzentration erfüllt mit 10,6 ± 2,4 mmol/l in etwa die Kriterien der metabolischen Ausbelastung.

Diskussion

Eine große aerobe Ausdauer oder eine gut ausgebildete kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit bedeutet eine verbesserte Durchblutung der Muskulatur mit entsprechend höherem Sauerstoff- und Substratangebot. Ein höherer Energiebedarf kann also aerob abgedeckt werden. Nach intensiven Beanspruchungen im Spiel erfolgt eine schnellere Regeneration während Phasen geringerer Intensität. Ein gezieltes Ausdauertraining führt zu einer peripheren Anpassung mit Erhöhung der Sauerstoffaufnahme-fähigkeit in der Muskulatur. Erst bei höheren Belastungen setzen die Milchsäureproduktion und die daraus resultierende Azidose im Organismus ein [6].

MADER et al. [15] beschreiben Sportler, deren Laufgeschwindigkeit an der AAS zwischen 12,6 und 14,4 km/h liegt, als gering ausdauertrainiert.

Laufbandgeschwindigkeit in km/h bei 1% Steigung		
Spielposition	AAS (\bar{x} , s)	max. (\bar{x} , s)
Center		
(n = 9)	13,19 \pm 1,81	17,78 \pm 0,67
Flügelspieler		
(n = 10)	13,06 \pm 2,04	17,80 \pm 1,14
Aufbauspieler		
(n = 9)	14,50 \pm 1,08	18,44 \pm 0,88
Gesamt		
(n = 28)	13,56 \pm 1,77	18,00 \pm 0,94

Tab. 4:

Laufbandgeschwindigkeit im AAS- und Maximalbereich bei Spielern unterschiedlicher Spielposition, Mittelwerte und Standardabweichungen

niert. Nach HOLLMAN et al. [10] ist jedoch der Vergleich zu den leichtathletischen Laufdisziplinen wissenschaftlich nicht haltbar, denn bei den leichtathletischen Laufdisziplinen liegt keine vergleichbare Vielfalt an beanspruchten motorischen Fertigkeiten vor. Jüngste Forschungsergebnisse lassen den Schluß zu, daß sich der Muskel schon nach wenigen Wochen in sportartspezifischer Weise adaptiert. Es wird diskutiert, ob eine kontinuierliche Laufbelastung zur Vergrößerung der allgemeinen aeroben Ausdauer zu einer Reduzierung der im Basketball so wichtigen Schnelkrafteigenschaften, etwa beim Pass, Wurf, Sprung oder Antritt des Spielers führen könnte [10].

Da also der Vergleich mit den Leichtathleten aus den eben geschilderten Gründen nicht ge-

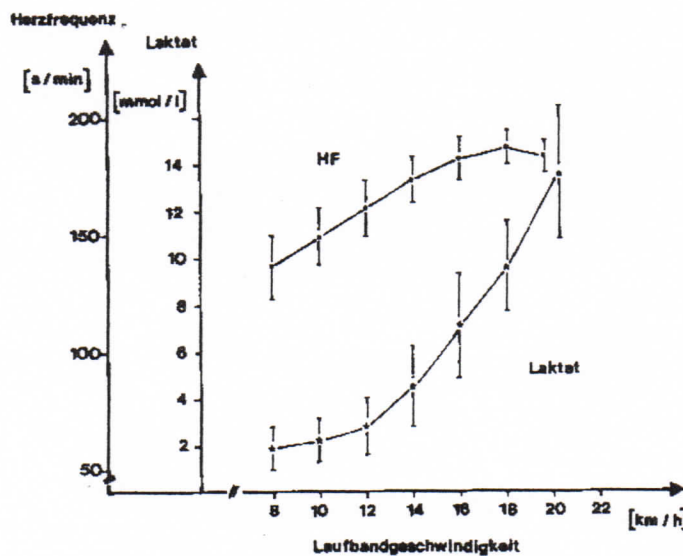
rechtfertigt ist, bieten sich die Fußballspieler an. Zum einen liegen hier schon Ergebnisse über das Ausdauerleistungsvermögen vor (Abb. 2), zum anderen erfordert das Fußballspiel ebenfalls gute Koordination, Flexibilität, Schnelligkeit, Kraft und Ausdauer – ein ähnliches Anforderungsprofil wie beim Basketball-Spiel.

Nach HOLLMAN et al. [10] scheint der anaeroben laktaziden Energiebereitstellung beim Fußball keine sehr große Bedeutung zuzukommen. Er stellte bei Untersuchungen an den Bundesligaspielern von Borussia Mönchengladbach während eines 10-minütigen Trainingsspiels „4 gegen 4“ über den gesamten Platz höchste mittlere Laktatspiegel von 4 mmol/l fest. Die Autoren schließen, daß es sich beim Fußballspiel um eine dominierend anaerobe alaktazide Energiebereitstellung handelt mit vornehmlich oxidativer Restitution in den Pausen.

KASTNER et al. [11] und SEIJGER et al. [21] beobachteten bei Fußballern mittlere Herzfrequenzen von 155 bis 165/min während des ganzen Spiels und durchschnittlich zurückgelegte Wegstrecken von 12 km. Dieses erfordert eine gute aerobe Ausdauer. SCHÄFER [20] untersuchte in mehreren Bundesligaspielen des TuS 04 Leverkusen die metabolischen Ausbelastungen von Basketball-Spielern im Wettkampf. 57 Laktatabnahmen erfolgten bei insgesamt 12

Abb. 1:

Verhalten von Herzfrequenz und Laktatspiegel während der Laufbandergometrie, Mittelwerte und Standardabweichungen



Probanden in den sich jeweils ergebenden spiel-spezifischen Unterbrechungen. Der mittlere gemessene Laktatwert betrug 6,474 mmol/l bei einer Standardabweichung von 1,734. 82,5 % der gemessenen Werte lagen im Bereich von 4–9 mmol/l. Der Autor schließt, daß die Laktatwerte als Ausdruck eines Laktazid zu deckenden Energiedefizits angesehen werden können.

PARR et al. [18] fanden bei Untersuchungen an Profi-Basketball-Spielern heraus, daß die anaerobe Belastung einen größeren Anteil ausmacht als vorher angenommen. Die Basketballer verlassen sich im Spiel mehr auf ihre technischen Fähigkeiten als auf kardiovaskuläre Ausdauer. CABRERA et al. [3], CAMPBELL [4] und COLEMAN et al. [5] untersuchten den Einfluß einer Basketball-Saison auf die aerobe Kapazität von College-Basketball-Spielern. Sie fanden leichte Abnahmen [4] oder nur nicht signifikante Zunahmen der aeroben Ausdauer [3, 5]. COLEMAN et al. [5] untersuchten gleichzeitig auch die anaerobe Ausdauer (ohne Laktatmessung), die sich signifikant verbesserte. Nach Meinung dieser Autoren ist das Basketball-Spiel nur in der Lage, die kardiorespiratorische Leistungsfähigkeit aufrechtzuerhalten, nicht aber zu verbessern. Dagegen werde die anaerobe Ausdauer vergrößert (siehe auch 16, 19). Vergleicht man die Laufgeschwindigkeiten an der AAS von Fußball- und Basketball-Spielern, fällt folgendes auf:

- Basketball-Spieler haben eine niedrigere aerobe Ausdauer als Fußballspieler,
- innerhalb der beiden Ballsportarten besteht nur ein geringer Unterschied zwischen der 1. und 2. Bundesliga [6] und beim Basketball zusätzlich zur Regionalliga.

Dies könnte die Vermutung nahelegen, daß dem aeroben Ausdauervermögen beim Basketball keine Bedeutung für den Spielerfolg einer Mannschaft zukommt. Eine überwiegend anaerobe Energiebereitstellung ist jedoch nur kurzfristig möglich, z. B. bei einem Antritt oder Dribbling. Wiederholte kurzzeitige intensive Belastungen führen zu einer vermehrten Milchsäureproduktion und Säuerung des Organismus [12]. Jedoch müssen in den Phasen geringer Belastungsintensität oder in den entstehenden Spielpausen die Speicher an energiereichen Phosphaten wieder aufgefüllt werden. Dies erfolgt überwiegend aerob. Für eine gute Erholungsfähigkeit ergibt sich somit die Notwendigkeit einer gewissen aeroben Ausdauer.

Nimmt man das Ausdauertrainingsprogramm der Basketballer der Louisiana-State-University und der Oregon-State-University, zweier amerikanischer Spitzenbasketball-Mannschaften als Beispiel, so wird auf den Trainingslaufstrecken (100 bis 880 yards entsprechend 91 bzw. 805 m) mit Belastungsintensitäten trainiert, die deutlich oberhalb der AAS liegen. Die

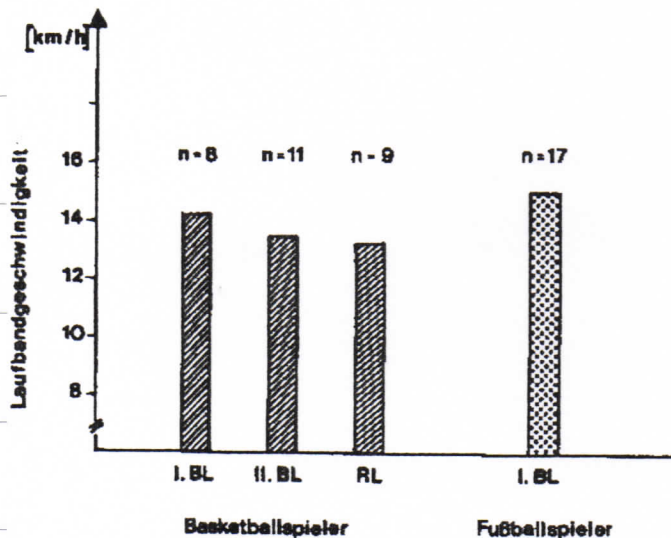
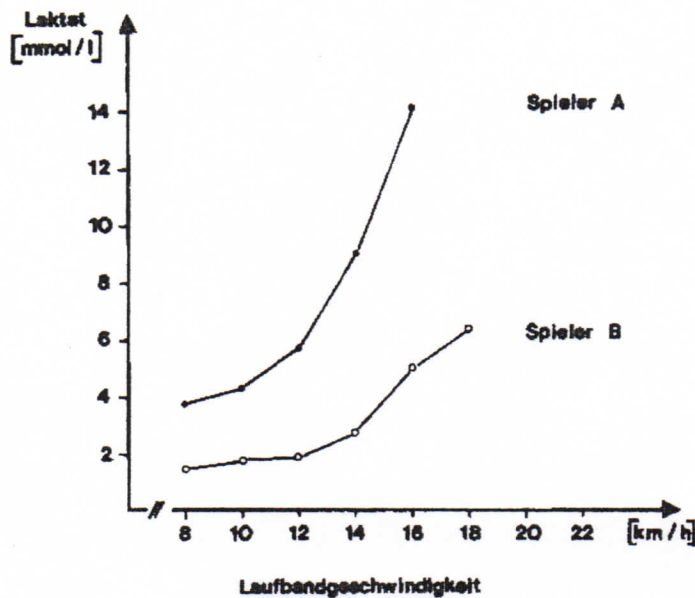


Abb. 2:
Vergleich der Laufbandgeschwindigkeiten von Fußballern der 1. Bundesliga, Laufbandsteigung 1,5 % (Hollmann et al., 1981) und Basketballern der 1. und 2. Bundesliga und der Regionalliga, Laufbandsteigung 1 %, im Bereich der AAS, Anzahl der Probanden, Mittelwerte der Laufbandgeschwindigkeiten

Abb. 3:
Laktatverhalten während der
Laufbandergometrie bei 2
Basketballern



angegebenen Laufgeschwindigkeiten liegen hier zwischen 24,1 km/h und 16,1 km/h.

Unter Berücksichtigung der Gewichtung aerobe und anaerobe Ausdauer im Basketball kann man die Ausdauer eines Basketball-Spielers umfassender beurteilen, wenn zusätzlich zur Laufgeschwindigkeit an der AAS der Gesamtverlauf der Laktatleistungskurve, also sowohl die Steilheit der Funktion als auch der maximale Laktatwert beachtet wird [17]. Voraussetzung ist natürlich eine maximale kardiozirkulatorische Ausbelastung des Probanden. Zwei Beispiele mögen diese Problematik erläutern (Abb. 3).

Die Leistung im Bereich der AAS beträgt für Spieler A 8,8 km/h, für Spieler B 15,04 km/h. Die AAS von Spieler A liegt wesentlich niedriger, er kann jedoch sehr hohe Laktatspiegel um

14 mmol/l tolerieren. Die AAS von Spieler B liegt wesentlich höher, jedoch beendet er die Belastung bei einer maximalen Herzfrequenz von 190/min und einem maximalen Laktatspiegel um 7 mmol/l.

Trainingsempfehlungen für Spieler A werden auf eine Verbesserung der aeroben Ausdauer zielen. Trainingsempfehlungen für Spieler B werden auf eine Verbesserung der anaeroben Ausdauer ausgerichtet sein.

Somit erlaubt die Betrachtung der gesamten Laktatleistungskurve dem Sportmediziner einen besseren Einblick in die Ausdauer als nur die isolierte Betrachtung eines Bereiches, nämlich der aerob-anaeroben Schwelle.

Literatur

1. Basketball Staff Louisiana State University: Basketball Conditioning Program. persönl. Mitteilung
2. Basketball Staff Oregon State University: Basketball Preseason Conditioning Program. persönl. Mitteilung
3. Cabrera, J. M., D. P. Smith, R. J. Byrd: Cardiovascular adaptations on Puerto Rican Basketball Players During a 14-Week Season. J. Sports Med., 17, 1977, 173-180
4. Campbell, D. E.: Heart rates of selected male college freshman during a season of basketball. Research Quarterly, 39, 880-887, 1968

5. Coleman, A. E., P. Kreuzer, D. W. Friedrich, J. P. Juvenal: Aerobic and anaerobic responses of male college freshman during a season of basketball. *J. Sports Med.*, 14, 26–31, 1974
6. Dickhuth, H.-H., G. Simon, N. Bächl, M. Lehmann, J. Keul: Zur Höchst- und Dauerleistungsfähigkeit von Bundesligafußballspielern. *Leistungssport* 11, 148–152, 1982
7. Hohorst, H. J.: L-(+)-Lactat, Bestimmung mit Lactatdehydrogenase und DFN. In: *Methoden der enzymatischen Analyse*. Hrsg.: H. U. Bergmeyer, Verlag Chemie, Weinheim 1962
8. Hollmann, W., H. Liesen: Über die Bewertbarkeit des Lactats in der Leistungsdiagnostik. *Sportarzt und Sportmedizin* 24, 175–182, 1973
9. Hollmann, W., Th. Hettinger: *Sportmedizin – Arbeits- und Trainingsgrundlagen*. 2. Aufl. Schattauer Verlag Stuttgart, New York, 1980
10. Hollmann, W., H. Liesen, A. Mader, H. Heck, R. Rost, B. Dufaux, P. Schürch, D. Lagerström, R. Föhrenbach: Zur Höchst- und Dauerleistungsfähigkeit der deutschen Fußball-Spitzenspieler. *Dtsch. Z. Sportmed.* 33, 113–120, 1981
11. Kastner, K. A., H. Heck, B. Schmücker, W. Hollmann: Pulsfrequenzregistrierungen bei Sportlern verschiedener Disziplinen. *Biotelemetrie* Stuttgart: Thieme 1970
12. Keul, J., G. Haralambie: Energiestoffwechsel und körperliche Leistung. In: W. Hollmann (Hrsg.): *Zentrale Themen der Sportmedizin*. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1977
13. Keul, J., W. Kindermann, G. Simon: Die aerobe und anaerobe Kapazität als Grundlage für die Leistungsdiagnostik. *Leistungssport* 8, 22–32, 1978
14. Kindermann, W., G. Simon, J. Keul: The Significance of Aerobic-anaerobic Transition for the Determination of Work Load Intensities During Endurance Training. *Eur. J. Appl. Physiol.* 42, 25–34 (1979)
15. Mader, A., H. Liesen, H. Heck, H. Philippi, R. Rost, P. Schürch, W. Hollmann: Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt und Sportmedizin* 27, 109–112, 80–88, 1976
16. McArdle, W. D., J. R. Magel, I. C. Kyvallos: Aerobic capacity, heart rate and estimated energy cost during women's competitive basketball. *Research Quarterly* 43, 178–186, 1971
17. Pansold, B., W. Roth, J. Zinner, E. Hasart, B. Gabriel: Die Laktat-Leistungs-Kurve – ein Grundprinzip sportmedizinischer Leistungsdiagnostik. *Med. u. Sport* 22, 107–112, 1982
18. Parr, R. B., R. Hoover, J. H. Wilmore, D. Bachman, R. K. Kerlan: Professional Basketball Players: Athletic Profiles. *Phys. Sportmed.* 6, 79–84, 1978
19. Ramsey, J. D., M. M. Avoub, R. A. Dudek, H. S. Edgar: Heart rate recovery during a college basketball game. *Research Quarterly* 41, 528–535, 1970
20. Schäfer, H.: Untersuchungen zur metabolischen Belastung von Basketballspielern während des Wettkampfes unter besonderer Berücksichtigung des Problems der Leistungsmessung im Sport. Diplomarbeit DSHS Köln, 1978
21. Seliger, V., M. Novara, J. Pachlopnikowa: Der energetische Metabolismus im Verlaufe des Fußballspiels. *Sportarzt* 21, 1970